

Ворона О.І.¹, Гелетій В.М.², Новіцький Я.М.²

¹ ВАТ "Проектно конструкторський інститут конвеєробудування". Україна, Львів.

² Національний університет "Львівська політехніка". Україна, Львів

РОЗРАХУНОК НЕСУЧИХ КОНСТРУКЦІЙ СТРІЧКОВИХ КОНВЕЄРІВ НА ОСНОВІ ЗАСТОСУВАННЯ СУЧАСНИХ ПРОГРАМНИХ ПРОДУКТІВ

Анотація

Розглянуті питання комп'ютерного моделювання процесів статичного і динамічного навантаження довгомірних металоконструкцій конвеєрів. Досліджені особливості застосування сучасних програмних продуктів розрахунку несучих конструкцій конвеєрів.

Abstract

The long-sized metal constructions of conveyers and computer simulation of its static and dynamical processes are considered. The paper concerns the features of application of software products are for calculations of bearings constructions of conveyers.

У статті наведений аналіз результатів розрахунку методом кінцевих елементів несучої ферми стрічкового транспортера довжиною 50 м, виконаного при проведенні незалежної оцінки правильності прийнятих технічних рішень в проєкті стрічкового конвеєра для транспортування гірничої породи, виконаного стороннім розробником.

Несучі балки довгомірних стрічкових конвеєрів, які проєктуються для експлуатації в кар'єрах, мають довжину до 50–70 м і, як правило, виконуються у вигляді ферм. Розрахунки таких ферм відомими методами будівельної механіки є дуже громіздкими і особливо незручними у випадку оптимізації конструкції. Існуючі на сьогоднішній день САД/САЕ продукти [1, 2, 3] ефективно виконують поставлену задачу з цілком

достатнім для практичного використання ступенем адекватності.

Розрахункова модель конвеєра (рис. 2) будувалась згідно з робочими кресленнями замовника в середовищі SolidWorks*[1]. Розрахунки виконувались методом скінчених елементів з допомогою програмного продукту CosmosWorks*[2], який є додатком до SolidWorks (розрахунковим модулем).

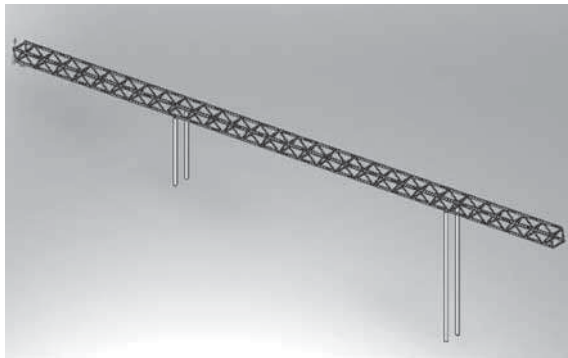


Рис. 2. Розрахункова модель конвеєра

На рис. 3 представлено результат розбиття конструкції на скінченні елементи — стержні. Прийнята кількість елементів — 3020 шт., а кількість вузлів — 3034 шт.

Величини навантажень (гравітаційного, робочого та снігового) надані замовником і становлять сумарно 2800 Н на одну точку прикладання (вузол ферми). Всього точок прикладання (верхні



Рис. 1. Реальний кар'єрний стрічковий транспортер

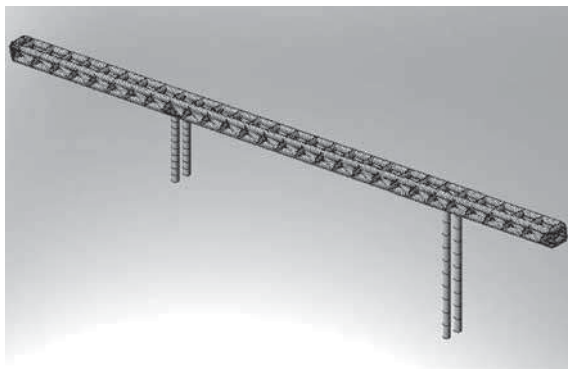


Рис. 3. Розбивка моделі на скінченні елементи

вузли ферми та кронштейни несучих роликів) 58 шт. Таким чином, загальне навантаження опор конвеєра становить 162400 Н, або 16,25 тс. На рис. 4 представлено візуалізацію процесу навантаження конструкції конвеєра.

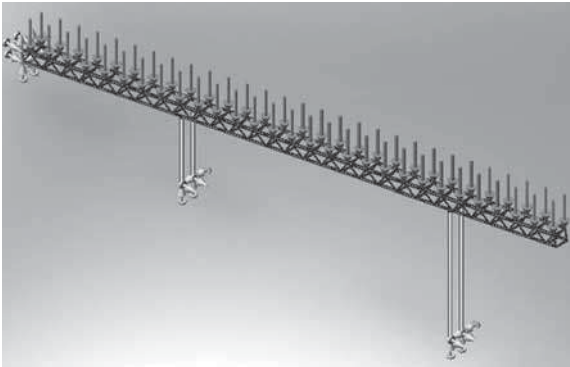


Рис. 4. Навантаження моделі конвеєра

Результати розрахунків, які виконано з допомогою методу скінчених елементів, представлено на рис. 5–11.

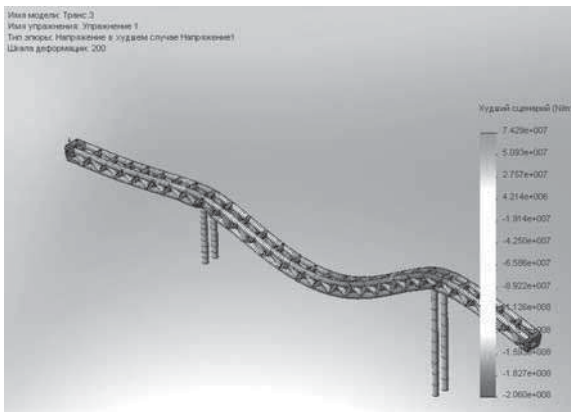


Рис. 5. Напружено-деформований стан конструкції (еквівалентні напруження)

На рис. 5 зображено хромограму напруженого стану конструкції зі збереженням деформованого вигляду в масштабі 200:1 внаслідок дії на конструкцію згинального моменту. Теплі кольори хромограми (червоний, оранжевий, жовтий) вказують на напруження розтягу, а холодні (зелений, блакитний, синій) на напруження стиску. На жаль, на ілюстраціях, поданих відповідно до редакційних вимог у сірому зображенні, ця важлива інформаційна складова аналізу відображена не адекватно.

Оскільки крім згинального моменту в конструкції діють ще й поперечні сили то розрахунки слід проводити також і з їх врахуванням, тобто за еквівалентними напруженнями.

Величина максимальних еквівалентних напружень (за критерієм Мізеса-Генки) становить 75 МПа і зона максимальних напружень розміщена в тій же верхній частині ферми конвеєра — біля вищого стояка, що також показано на рис. 6.

Для кращого узагальнення та представлення напружено-деформованого стану несучої конструкції конвеєра використано метод зондування напруженого стану. В середовищі SolidWorks це здійснюється з допомогою спеціального командного меню. Вказуючи курсором миші на ті чи інші вузли або елементи конструкції можна отримати відповідні числові значення напружень, які відображаються як безпосередньо над елементом, так і в стеку командного меню, що дозволяє побудувати графічну залежність напружень від координати (точки зондування) конвеєра, тобто розподіл еквівалентних напружень по довжині конвеєра.

Як видно із рис. 6, зростання напружень спостерігається над опорами та між ними — всередині прольоту, причому максимум розташований над вищою опорою.

Аналогічним чином було визначено максимальне статичне переміщення ферми транспортера (величину прогину) під дією заданих

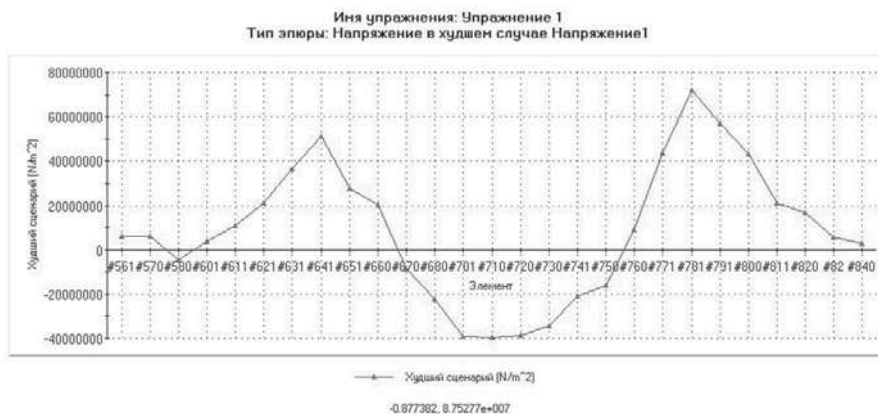


Рис. 6. Результат зондування напружень конструкції — розподіл еквівалентних напружень по довжині конвеєра

навантажень, яка становить 180 мм і знаходиться посередині між стояками (рис. 7).

Для більш детального вивчення деформованої ферми несучої конструкції конвеєра виконано її зондування (рис. 8). Результати зондування

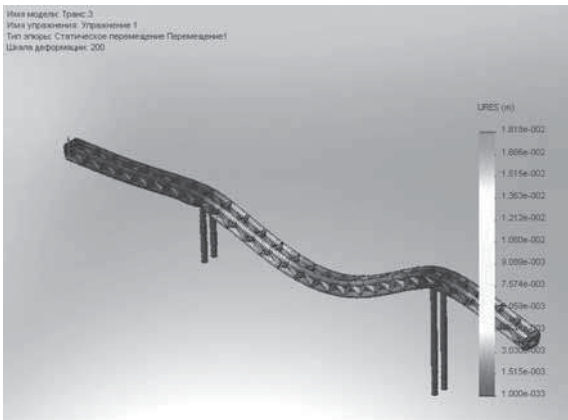


Рис. 7. Переміщення конструкції

подано у вигляді графіка переміщень конструкції залежно від її координати (довжини). Як видно із графіка статичних переміщень (рис. 8) максимум переміщення (прогину) знаходиться між опорами (18 мм), а також на консолі (13 мм). Це ж випливає і з аналізу рис. 7.

Проведений наявними в програмному комплексі засобами аналіз стійкості несучої конструкції конвеєра вказує на те, що втрата стійкості відбудеться в області вищого стояка при п'ятикратному збільшенні навантаження (рис. 9), тобто коефіцієнт запасу стійкості конструкції дорівнює 5. На рис. 9 представлено форму втрати стійкості (руйнування вищого стояка) в масштабі 1600:1.

Дуже корисною для практичних потреб є можливість визначення програмними засобами резонансних частот коливань конструкції, а також форм коливань, що відповідають цим частотам. На рис. 10 зображено першу форму коливань транспортера та вказано значення резонансної частоти цієї форми, що становить 1,24 Гц. На рис. 11 аналогічні дослідження проведено для другої

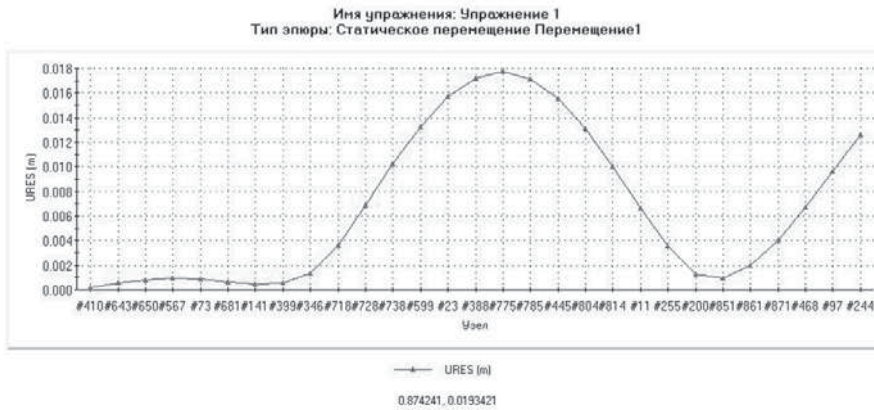


Рис. 8. Результат зондування переміщень конструкції

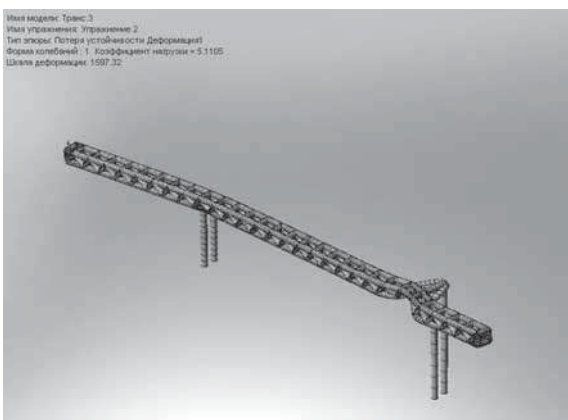


Рис. 9. Втрата стійкості конструкції

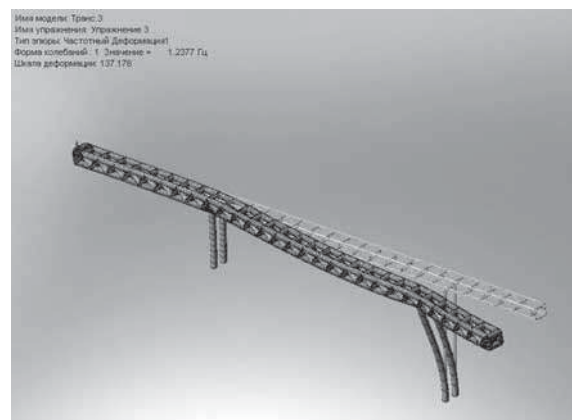


Рис. 10. Перша форма коливань конструкції

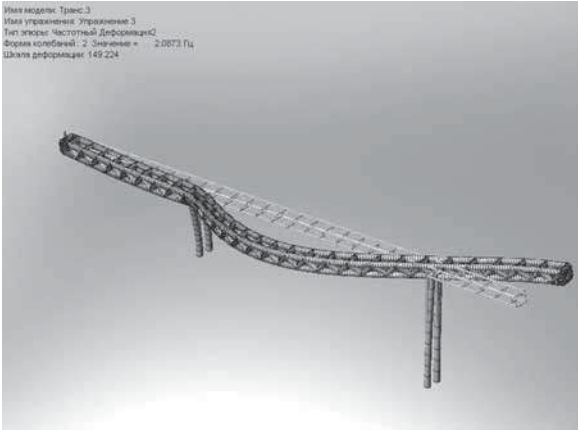


Рис. 11. Друга форма коливань конструкції

форми коливань. При потребі можна дослідити і вищі форми з метою уникнення резонансних коливань конструкції, що може призвести до її руйнування.

* Ліцензоване програмне забезпечення надане фірмою "Інтегратор"

Література

1. Алямовский А.А. SolidWorks 2007/2008. Компьютерное проектирование в инженерной практике — СПб: БХВ-Петербург, 2008. — 1040 с.: ил.
2. *COSMOSWorks* Online Users Guid. Stracnural Research and Analysis Corporation, USA, 2006.
3. Галлагер Р. Метод конечных элементов. Основы. Пер. с англ. — М.: Мир, 1985.